

Buah Pikiran
Sang Profesor

PERTANIAN BERKELANJUTAN DALAM
KONDISI PERUBAHAN IKLIM MENUJU
KETAHANAN PANGAN

Fakultas Pertanian Universitas Mataram
2013

KATA PENGANTAR



Buah Pikiran
Sang Profesor

PERTANIAN BERKELANJUTAN DALAM
KONDISI PERUBAHAN IKLIM MENUJU
KETAHANAN PANGAN

Fakultas Pertanian Universitas Mataram
2013

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT., Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat dan perkenanNya sehingga penyusunan Buku Buah Pikiran Sang Profesor Fakultas Pertanian Universitas Mataram ini dapat diselesaikan dengan baik.

Buku ini merupakan kumpulan buah pikiran para Guru Besar Fakultas Pertanian Universitas Mataram dalam rangka menjawab tantangan pemenuhan pangan nasional pada kondisi perubahan iklim dengan tetap mengedepankan prinsip-prinsip sistem pertanian berkelanjutan.

Pada kesempatan ini disampaikan terima kasih yang tak terhingga kepada penulis (para Guru Besar), tim editor dan para pihak yang berkontribusi dalam penyusunan buku ini.

Akhirnya, semoga buku yang menjadi salah satu rangkaian dari memperingati 45 tahun Fakultas Pertanian Universitas Mataram ini benar-benar dapat bermanfaat. Koreksi dan masukan masih terbuka dan sangat diperlukan demi penyempurnaan Buku ini di waktu yang akan datang.

Mataram, Januari 2013

Tim Editor

SAMBUTAN KEPALA BAPPEDA PROVINSI NUSA TENGGARA BARAT

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah wasyukurillah. Akhirnya buku yang sangat penting ini hadir di hadapan pembaca. Buku hadiah ulang tahun Fakultas Pertanian Universitas Mataram 2013, ini saya katakan penting, karena kehadiran buku ini tepat waktu. Tepat di saat pembangunan Nusa Tenggara Barat bergerak dinamis dalam rangka pelaksanaan RPJMD 2009-2013. Seperti diketahui, tahun 2013 adalah tahun perwujudan 'NTB Beriman dan Berdayasaing' atau 'NTB Bersaing'. Yang di dalamnya terkait dengan indikator sektor pertanian. Oleh karena itu, kehadiran kumpulan tulisan dari para professor di Universitas Mataram, khususnya Fakultas Pertanian, ini menjadi sangat penting dan bermakna.

Melalui kesempatan ini, saya ingin menyampaikan apresiasi selaku pemangku amanah di Pemerintah Provinsi (Pemprov) NTB dalam hal perencanaan pembangunan, kepada teman-teman di kampus yang cukup aktif berinteraksi dengan jajaran Pemprov NTB selama ini. Salah satu tugas saya sebagai Kepala Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (Bappeda) di 'Era NTB Bersaing' ini adalah meningkatkan sinergitas program Pemprov NTB dengan kalangan akademisi di kampus, khususnya Universitas Mataram. Berbagai program unggulan Pemprov NTB itu antara lain, Bumi Sejuta Sapi (BSS), PIJAR, PERMATA, Penciptaan Seratus Ribu Wirausaha Baru, dan lain-lain.

Gubernur Nusa Tenggara Barat, Bapak Dr. TGH. M. Zainul Majdi, dalam berbagai kesempatan selalu menekankan, agar sumberdaya pengetahuan yang ada di kampus, hendaknya dapat dioptimalkan perannya dalam turut serta membangun daerah ini. Nah, kehadiran buku ini, menurut saya, adalah salah satu bentuk kontribusi dan sinergitas tersebut.

Pembaca yang budiman, perjalanan kita di daerah ini untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat, secara keseluruhan memang masih panjang. Masih memerlukan terobosan dan inovasi kreatif yang berdaya guna dan berhasil guna, yang secara efektif dapat membangun daerah. Dengan kata lain, sinergitas yang selama ini telah dibangun dengan dunia perguruan tinggi, harus dapat dipertahankan dan ditingkatkan di masa-masa yang akan datang, khususnya dalam mengakhiri pelaksanaan RPJMD 2009-2013 dan mengawali serta melaksanakan RPJMD 2014-2018.

Semoga Allah SWT senantiasa memberkati berbagai ikhtiar kita dalam membangun masyarakat Nusa Tenggara Barat.

Semoga karya ini bermanfaat adanya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Mataram, Juni 2013
Kepala Bappeda NTB,

Dr. Ir. H. Rosiady Sayuti, M.Sc.

SAMBUTAN DEKAN

Pengelolaan sistem pertanian pada berbagai perubahan iklim, memerlukan teknologi budidaya yang memadai dan sumber daya manusia yang bermutu. Penyesuaian teknik budidaya pada perubahan iklim sangat diperlukan agar dapat dicapai produksi dan kualitas pertanian yang tinggi. Pengelolaan sumberdaya pertanian baik pada tingkat *on farm* dan *off farm* belum dilakukan secara optimal, sehingga sektor pertanian pada tingkat produksi dan kualitas saat ini masih belum memberikan harapan untuk pemenuhan kebutuhan pangan dan kesejahteraan masyarakat.

Fakultas Pertanian Universitas Mataram mempunyai komitmen yang kuat untuk mengembangkan sumber daya manusia yang handal di bidang pertanian dan mampu menyediakan IPTEK dalam berbagai bidang terutama dalam menyediakan rekayasa teknik budidaya pertanian, rekayasa aqua culture, pengelolaan sumberdaya hutan, rekayasa sosial, dan rekayasa ekonomi.

Sebagai perwujudan dari komitmen tersebut Fakultas Pertanian UNRAM dalam usia yang ke-45 tahun melaksanakan peluncuran Buku Buah Pikiran Sang Profesor yang berjudul **"Pertanian Berkelanjutan dalam Kondisi Perubahan Iklim Menuju Ketahanan Pangan"**.

Pada kesempatan ini, pimpinan dan pengurus fakultas menyambut baik atas hadirnya Buku ini, dan menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada para Guru Besar, segenap anggota Tim Penyusun atas kerja kerasnya memper-siapkan dan menyelesaikan pentusunan buku ini. Selanjutnya, kami mengharapkan kepada segenap mahasiswa dan rekan-rekan dosen, pemerintah, pembisnis, dan stake holders lain dapat menjadikan Buku ini sebagai salah satu acuan.

Mataram, Januari 2013
Fakultas Pertanian UNRAM
Dekan,

Prof. Ir. M. Sarjan, M.Ag.CP., Ph.D.
NIP. 19620460 198703 1 002

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
SAMBUTAN KEPALA BAPPEDA PROVINSI NUSA TENGGARA BARAT v	i
SAMBUTAN DEKAN FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS MATARAM	v
PENDAHULUAN	
I Komang Damar Jaya	1
MEMAHAMI MASALAH DAN IKHTIYAR PENANGGULANGAN PEMBATAS PRODUKTIVITAS LAHAN KERING	
Mansur Ma'shum	7
PENGEMBANGAN TANAMAN PUPUK HIJAU <i>Crotalaria juncea</i> L MENUJU SISTEM PERTANIAN YANG BERKELANJUTAN	
Mulyati	45
BERCARI SKENARIO PENGEMBANGAN PERTANIAN LAHAN KERING YANG BERKELANJUTAN: STUDI KASUS PROVINSI NUSA TENGGARA BARAT	
Suwardji	66
PEMBENTUKAN PADI BERAS MERAH AMPIBI UNGGUL NASIONAL DALAM RANGKA MEMPERTAHANKAN SWASEMBADA BERAS	
I Gusti Putu Muliarta Aryana	83

PERAKITAN POPULASI JAGUNG <i>STAY GREEN</i> SEBAGAI PENUNJANG PROGRAM BUMI SEJUTA SAPI DI NUSA TENGGRA BARAT I Wayan Sutresna	95
PERAN ILMU EKOFISIOLOGI TANAMAN DALAM MENGHADAPI TANTANGAN PEMENUHAN KEBUTUHAN PANGAN DAN ENERGI PADA KONDISI PERUBAHAN IKLIM I Komang Damar Jaya	128
TEKNOLOGI RAMAH LINGKUNGAN DALAM PERLINDUNGAN TANAMAN TERHADAP SERANGGA HAMA Muhammad Sarjan	155
PENGEMBANGAN MIKROBIA LOKAL UNTUK MENGENDALIKAN GULMA (TUMBUHAN PENGANGGU) Mohamad Taufik Fauzi	187
POTENSI JAMUR ENDOFIT DAN SAPROFIT <i>Trichoderma spp.</i> UNTUK PEMBUATAN BIOFUNGISIDA, BIOAKTIVATOR, BIODEKOMPOSER DAN BIOCHAR DAN PERANNYA DALAM MENINGKATKAN KESEHATAN DAN KETAHANAN PANGAN I Made Sudantha	215
MENATA KEARIFAN LOKAL SEBAGAI MODAL SOSIAL MEMPERKUAT SISTEM KETAHANAN PANGAN MASYARAKAT NUSA TENGGARA BARAT L. Wiresapta Karyadi	247

**POTENSI JAMUR ENDOFIT DAN SAPROFIT *Trichoderma* spp.
UNTUK PEMBUATAN BIOFUNGISIDA, BIOAKTIVATOR,
BIODEKOMPOSER DAN BIOCHAR DAN PERANNYA DALAM
MENINGKATKAN
KESEHATAN DAN KETAHANAN PANGAN**

Prof. Dr. Ir. I Made Sudantha, MS.
Guru Besar Fakultas Pertanian Universitas Mataram

Abstrak

Tantangan yang dihadapi dalam pengembangan tanaman pangan dan hortikultura di masa yang akan datang pada saat memasuki pasar bebas adalah bagaimana agar produk tanaman pangan dan hortikultura menjadi tuan di rumah sendiri dan menjadi komoditas ekspor. Untuk tujuan tersebut, maka produksi tanaman pangan dan hortikultura tersebut harus mempunyai mutu yang baik dan memenuhi atribut ramah lingkungan dan aman dikonsumsi.

Keuntungan dengan adanya jamur endofit antagonis pada tanaman inang adalah dapat menekan serangan hama, dan ketahanan sistemik atau terinduksi terhadap patogen. Jamur saprofit yang terdapat di rhizosfer dapat bertindak sebagai jamur antagonis dan sebagai dekomposer atau kedua-duanya sekaligus.

Biofungisida diartikan sebagai fungisida yang bahan dasarnya berasal dari mikrobial atau mikroorganisme yang dapat digunakan untuk pengendalian jamur parasit. Bioaktivator merupakan inokulan unggul sebagai pemacu pertumbuhan dan pembungaan. Fermentasi bahan organik merupakan proses penguraian atau perombakan bahan organik yang dilakukan dalam kondisi tertentu oleh mikroorganisme fermentatif. Biochar adalah arang hitam hasil proses pemanasan biomassa organik pada keadaan oksigen terbatas, digunakan sebagai salah satu alternatif bahan pembenah tanah khususnya untuk tanah pasiran dan tanah terdegradasi atau tanah dengan tingkat kesuburan rendah.

Kata Kunci: Endofit, saprofit, *Trichoderma* spp., biofungisida, bioaktivator, biodekomposer, biochar.

Pendahuluan

Pembangunan bidang pertanian di Indonesia sudah menunjukkan keberhasilan dengan semakin meningkatnya berbagai hasil tanaman dan semakin banyaknya komoditas yang diusahakan. Untuk tanaman pangan khususnya beras Indonesia telah berswasembada pada tahun 1984 dan terjadi kembali setelah 24 tahun yaitu pada tahun 2008, sedangkan perkembangan tanaman pangan lainnya termasuk tanaman hortikultura sangat pesat sejalan dengan semakin banyaknya permintaan terhadap hasil tanaman tersebut.

Tantangan yang dihadapi dalam pengembangan tanaman pangan dan hortikultura di masa yang akan datang pada saat memasuki pasar bebas adalah bagaimana agar produk tanaman pangan dan hortikultura menjadi tuan di rumah sendiri dan menjadi komoditas ekspor. Untuk tujuan tersebut, maka produksi tanaman pangan dan hortikultura tersebut harus mempunyai mutu yang baik dan memenuhi atribut ramah lingkungan dan aman dikonsumsi.

Untuk mendapatkan produk bermutu tinggi dan aman dikonsumsi maka kesehatan tanaman harus mendapat perhatian utama. Salah satu faktor yang berpengaruh terhadap kesehatan tanaman adalah serangan penyebab penyakit atau patogen. Serangan patogen pada tanaman dapat terjadi dari sejak tanaman masih berupa benih sampai dengan hasil panen dipetik, bahkan sampai hasil di tangan konsumen.

Dalam upaya meningkatkan produksi tanaman pangan dan hortikultura baik kuantitas maupun kualitas sudah selayaknya praktek pertanian anorganik ditinggalkan, karena pertanian anorganik sangat bertumpu pada penggunaan masukan produksi berenergi tinggi dan

tidak ekonomis seperti penggunaan pupuk buatan atau pestisida yang berlebihan dan tidak akrab lingkungan.

Dalam UU No. 12/1992 tentang Sistem Budidaya Tanaman, dalam pengendalian hama dan penyebab penyakit digunakan sistem Pengelolaan Hama Terpadu (PHT) yaitu diupayakan sebesar-besarnya pemanfaatan unsur-unsur alami, sedangkan penggunaan pestisida kimiawi apabila unsur-unsur lingkungan sudah tidak mampu lagi mengendalikan hama dan penyebab penyakit. Dengan demikian, sistem produksi yang ramah lingkungan sebagaimana kecenderungan konsumen di negara-negara maju saat ini dapat dipenuhi.

Dalam upaya lebih memperkecil resiko penggunaan pestisida maka penerapan PHT *Konvensional* (masih menggunakan pestisida kimiawi) perlu ditingkatkan menjadi PHT *Biointensive* (pestisida yang berasal dari bahan alami dan mikroorganisme) berbasis pertanian berkelanjutan.

Dalam rangka pelaksanaan pembangunan berkelanjutan cara pendekatan, strategi dan teknologi pertanian anorganik secara bertahap harus diubah dan diperbaiki menjadi pertanian organik sebagai bagian dari sistem pertanian berkelanjutan. Salah satu unsur yang mendukung terlaksananya sistem ini adalah penggunaan bahan-bahan akrab lingkungan seperti biofungisida, bioaktivator, biokompos dan biochar sebagai pengganti pupuk atau pestisida sintetis.

Peran Jamur Endofit dan Saprofit *Trichoderma* spp. sebagai Biofungisida

Jamur endofit antagonis adalah jamur yang hidup di dalam jaringan tanaman sehat tanpa menyebabkan gejala atau kerusakan pada tanaman inang. Simbiosis ini bermacam-macam di alam dan dapat

berupa mutualistik, netralisme atau antagonistik. Kolonisasi jaringan tanaman oleh jamur endofit terjadi sama seperti patogen tanaman atau mikorhiza. Kolonisasi terdiri dari beberapa tahap rangkaian meliputi pengenalan inang oleh jamur, perkecambahan spora, penetrasi epidermis dan kolonisasi jaringan (Petrini, 1991).

Keuntungan dengan adanya jamur endofit antagonis pada tanaman inang adalah dapat menekan serangan hama, dan ketahanan sistemik atau terinduksi terhadap patogen (Saikkonen *et al.*, 1998 dalam Arnold *et al.*, 2003). Menurut Carrol (1988 dalam Davis *et al.*, 2003) ada lima karakteristik mutualisme jamur endofit yaitu: (1) jamur endofit ada dimana-mana pada tanaman inang, penyebarannya luas, menyebabkan berkurangnya gejala penyakit pada tanaman inang; (2) penyebaran jamur endofit terjadi secara vertikal atau secara horizontal lebih efisien; (3) jamur tumbuh melalui jaringan tanaman inang, atau pada organ khusus; (4) jamur menghasilkan metabolit sekunder seperti antibiotik atau racun; dan (5) endofit berhubungan taksonomi dengan antagonistik patogen dan herbivora.

Jamur endofit antagonis pada tanaman tropika diteliti secara luas di Thailand, sedang di Indonesia baru pada beberapa tanaman seperti vanili, jeruk dan padi rawa pasang surut (Tabel 1). Penelitian diutamakan pada biodiversitas (taksonomi dan ekologi) dan pemanfaatan senyawa bioaktif dan produksi enzim.

Tabel 1. Jenis Jamur Endofit Antagonis yang Terdapat pada Berbagai Tanaman Pangan dan Hortikultura

No.	Jenis Tanaman	Jenis Jamur Endofit
1.	Pisang di Thailand (Photita <i>et al.</i> , 2000 dalam Lumyong <i>et al.</i> , 2004)	<i>Xylariaceous</i> , <i>Guignardia coccoicola</i> , <i>Colletotrichum gloeosporides</i>
2.	Anggrek di Thailand (Busarakum, 2002 dalam Manoch, 2004)	<i>Gliocladium penicilloides</i> , <i>C. coccides</i> , <i>Nodulisporium gregarium</i> , <i>Pestalotiopsis guepinii</i> dan <i>Xylaria spp.</i>
3.	Vanili di Ungaran (Irawati, 2005)	<i>Rhizoctonia sp.</i>
4.	Jeruk di Malang (Sulistyowati <i>et al.</i> , 2005)	<i>Trichoderma asperellum</i>
5.	Padi rawa pasang surut di Kalimantan Barat (Budi <i>et al.</i> , 2005)	<i>Penicillium sp.</i> , <i>Gliocladium sp.</i> dan <i>Trichoderma sp.</i>
6.	Vanili di Pulau Lombok (Sudantha, 2007)	<i>T. viride</i> , <i>T. koningii</i> , <i>T. longibrachiatum</i> , <i>T. polysporum</i> , <i>T. pseudokoningii</i> , <i>Rhizoctonia sp.</i> , <i>Cladosporium sp.</i> , <i>Penicillium citrinum</i> , <i>Aspergillus flavus</i> , <i>A. niger</i> , <i>Gliocladium catenulatum</i> dan <i>G. viride</i>
7.	Pisang di NTB (Sudantha <i>et al.</i> , 2008)	<i>T. viride</i> , <i>T. koningii</i> , <i>T. polysporum</i> , <i>Rhizoctonia sp.</i> , <i>G. catenulatum</i> , <i>A. niger</i> , <i>A. japonicus</i> , <i>A. flavus</i> , <i>A. parasiticus</i>
8.	Kedelai di Pulau Lombok (Sudantha, 2009)	<i>T. viride</i> , <i>T. koningii</i> , <i>T. polysporum</i>
9.	Jagung di Lombok Barat (Sudantha, 2010)	<i>T. pseudokoningii</i> , <i>T. Koningii</i> , <i>T. viride</i> <i>A. flavus</i>
10.	Tembakau di Pulau Lombok (Sudantha, 2011)	<i>T. viride</i> , <i>T. Koningii</i> , <i>T. pseudokoningii</i> <i>A. Flavus</i> dan <i>A. terreus</i>

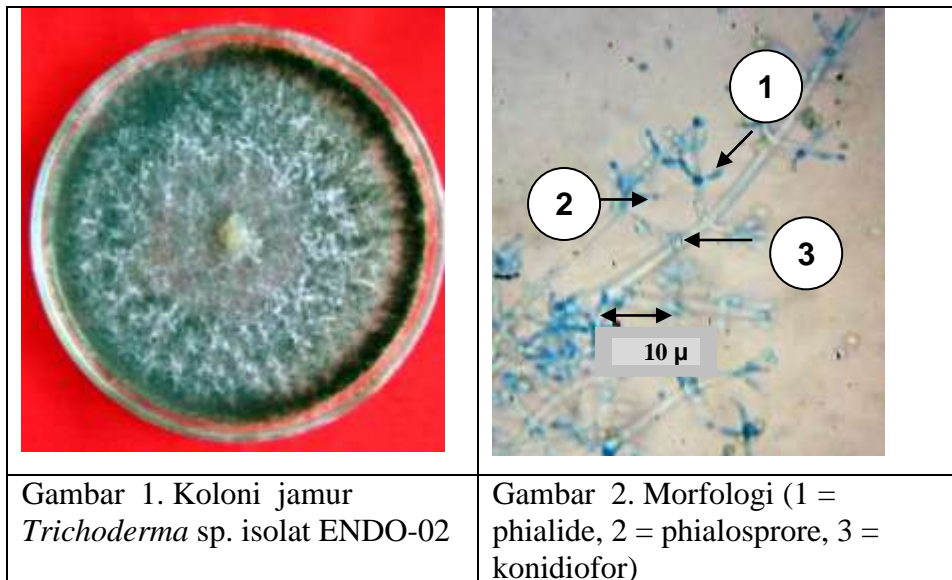
Pengaruh jamur endofit antagonis terhadap penyakit tanaman pertama kali dilaporkan oleh Shimanuki (1987 *dalam* Latch, 2002) yaitu tanaman *timothy* (*Phleum pratense*) yang terinfeksi oleh jamur endofit *Epichloe typhina* menunjukkan tahan terhadap jamur patogen *Cladosporium phlei*. Penelitian lainnya oleh Clarke *et al.* (1994 *dalam* Latch, 2002) memperlihatkan bahwa kultivar tanaman *fescue* (*Festuca arundinacea*) yang terinfeksi jamur endofit *Epichloe* sp. lebih tahan terhadap penyakit bercak *dollar* yang disebabkan oleh jamur patogen *Sclerotinia homeocarpa*, dan tidak menghambat produksi benih. Siegel dan Latch (1991, *dalam* Latch, 2002) menemukan adanya aktivitas anti jamur yang berbeda di antara strain dari jenis jamur endofit, dan kemungkinan ini juga terjadi pada kondisi lapang.

Ketahanan terinduksi pada berbagai tanaman karena keberadaan jamur endofit antagonis telah banyak dilaporkan. Di Thailand dilaporkan terdapat 61 taksa endofit pada tanaman pisang (*Musa* sp.) (Photita *et al.*, 2001 *dalam* Lumyong, Lumyong dan Hyde, 2004), 96 taksa endofit pada bambu (*Bambusa* sp.) (Lumyong *et al.*, 2000 *dalam* Lumyong *et al.*, 2004), pada tanaman palm terdapat 39 taksa endofit (Techa, 2001 *dalam* Lumyong *et al.*, 2004) dan pada tanaman anggrek ditemukan lima taksa endofit (Busarkum, 2002 *dalam* Manoch, 2004). Di Panama, pada dua jenis tanaman hutan tropika yaitu *Heisteria concinna* (Olacaceae) dan *Ouratea lucens* (Ochanaceae) ditemukan 347 taksa jamur endofit (Arnold *et al.*, 2000) dan pada tanaman kakao ditemukan tujuh taksa jamur endofit (Arnold *et al.*, 2003).

Di Indonesia, biodiversitas jamur endofit antagonis pada berbagai jaringan tanaman sehat telah dilaporkan oleh beberapa peneliti. Irawati (2005) melaporkan bahwa jamur *Rhizoctonia* sp. ditemukan pada akar

tanaman vanili sehat, namun belum dimanfaatkan untuk pengendalian penyakit. Sulistyowati, Deci dan Gendall (2005) melaporkan bahwa jamur endofit *Trichoderma asperellum* yang diisolasi dari jaringan batang jeruk bertindak sebagai antagonis terhadap jamur *Phytophthora* spp. dan *Diplodia* spp. Budi, Mariana dan Rachmadi (2005) mengatakan bahwa jamur endofit *Penicillium* spp, *Gliocladium* spp. dan *Trichoderma* spp. yang ditemukan pada jaringan batang dan akar padi rawa pasang surut dapat menekan kejadian penyakit yang disebabkan oleh jamur *Rhizoctonia solani* sampai 80 %.

Berdasarkan hasil isolasi pada jaringan tanaman vanili sehat di kebun vanili Pulau Lombok NTB ditemukan 19 isolat jamur endofit yang bersifat antagonis terhadap jamur *F. oxysporum* f. sp. *vanillae* secara *in-vitro*. Dari 19 isolat jamur endofit tersebut ada dua isolat yang efektif secara *in-situ* menekan pertumbuhan jamur *F. oxysporum* f. sp. *vanillae* dan meningkatkan ketahanan terinduksi terhadap penyakit busuk batang yaitu jamur *T. koningii* isolat ENDO-02 (Gambar 1 dan 2) dan *T. polysporum* isolat ENDO-04. Kedua jamur endofit ini juga dapat memacu pertumbuhan vegetatif stek dan tanaman vanili klon Timbenuh, selain itu kedua jamur endofit ini dapat tumbuh dengan baik pada seresah daun kopi, lamtoro, kemiri dan gamal (Sudantha dan Abadi, 2006). Pada percobaan pengomposan seresah daun kopi, lamtoro, kemiri dan gamal ternyata kedua jamur endofit tersebut dapat mempercepat proses pengomposan (Abadi dan Sudantha, 2007).



Pada jaringan tanaman pisang sehat ditemukan 10 isolat jamur endofit antagonis, namun hanya tiga isolat yang efektif mengendalikan penyakit layu yang disebabkan oleh jamur *F. oxysporum* f. sp. *cubense* (Sudantha *et al.*, 2008). Sedang pada jaringan tanaman kedelai sehat ditemukan tiga jenis jamur endofit *Trichoderma* spp. yang efektif mengendalikan jamur *S. rolfsii* dan *F. oxysporum* (Sudantha, 2009).

Ketahanan terinduksi dapat terjadi karena tanaman telah terinfeksi oleh mikroorganisme lain sebelumnya, baik dari jenis yang sama maupun dari jenis lain (Abadi, 2003). Lebih lanjut Guest (2005) mengatakan bahwa ketahanan terinduksi terjadi karena kombinasi dari rintangan pasif dengan respon lokal karena adanya peristiwa matinya sel dan akumulasi antibiotik yang dapat berupa fitoaleksin.

Jamur saprofit adalah mikrobial yang mengambil makanan dari sisa bahan organik atau bahan mati. Pada dasarnya jamur saprofit dibagi menjadi dua golongan yaitu jamur saprofit obligat dan jamur parasit

fakultatif. Jamur saprofit obligat merupakan jamur yang seluruh siklus hidupnya dilalui sebagai saprofit tanpa potensi sebagai parasit. Contohnya jamur *Trichoderma* sp. biasanya hidup dan menyelesaikan siklus hidupnya dalam tanah yang mengandung bahan organik. Sedang jamur parasit fakultatif adalah jamur saprofit yang kadang-kadang bertindak sebagai parasit apabila kondisi yang menguntungkan bagi dirinya, contohnya jamur *Rhizoctonia solani* (Abadi, 2003).

Jamur saprofit yang terdapat di rhizosfer dapat bertindak sebagai jamur antagonis dan sebagai dekomposer atau kedua-duanya sekaligus. Disebut sebagai jamur saprofit antagonis karena kemampuan tumbuhnya yang cepat dan dapat bertindak sebagai kompetitor bagi patogen tular tanah. Selain itu karena menghasilkan enzim dapat bertindak sebagai mikoparasit, dan beberapa mikrobial antagonis menghasilkan antibiotik yang dapat meracuni patogen tular tanah. Disebut jamur saprofit dekomposer karena mampu merombak bahan organik menjadi senyawa-senyawa yang mudah diserap oleh tanaman untuk pertumbuhan.

Berikut ini beberapa contoh jenis jamur saprofit antagonis yang terdapat pada berbagai tanaman pangan dan hortikultura seperti yang terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Jenis Jamur Saprofit Antagonis pada Berbagai Tanaman Pangan dan Hortikultura

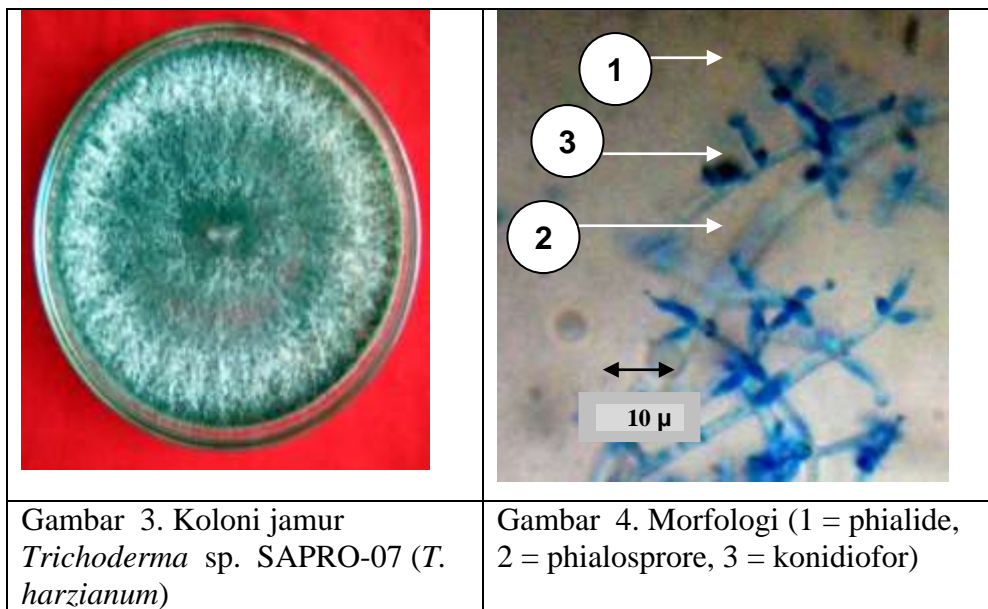
No.	Jenis Tanaman	Jenis Jamur Saprofit Antagonis
1.	Tomat di Malang (Abadi, 1990)	<i>Trichoderma</i> sp., <i>Gliocladium</i> sp., <i>Penicillium</i> sp. dan <i>Aspergillus</i> sp.
2.	Vanili di Malang (Sastrahidayat, 1991)	<i>Haplosporella</i> sp., <i>Trichoderma</i> sp., <i>Trichoderma viride</i> , <i>Monilia</i> sp., <i>Aspergillus</i> sp. dan <i>Fusarium</i> sp.
3.	Kedelai di NTB (Sudantha, 1994)	<i>Trichoderma</i> sp., <i>Gliocladium</i> sp., <i>Penicillium</i> sp. dan <i>Aspergillus</i> sp.
4.	Cabai di Padang (Elfina <i>et al.</i> , 2001)	<i>Trichoderma harzianum</i> , <i>T. koningii</i>
5.	Vanili di Pulau Lombok (Sudantha, 2007)	<i>T. viride</i> , <i>T. longibrachiatum</i> , <i>T. harzianum</i> , <i>T. koningii</i> , <i>T. piluliferum</i> , <i>T. aureoviride</i> , <i>T. hamatum</i> , <i>G. catenulatum</i> , <i>G. viride</i> , <i>P. frequentans</i> , <i>P. citrinum</i> , <i>A. flavus</i> dan <i>japonicas</i> .
6.	Pisang di NTB (Sudantha <i>et al.</i> , 2008)	<i>T. harzianum</i> , <i>T. koningii</i> , <i>T. aureoviride</i> , <i>T. hamatum</i> , <i>T. viride</i> , <i>G. virens</i> , <i>G. catenulatum</i> , <i>G. roseum</i> , <i>P. citrinum</i> , <i>P. frequentans</i> , <i>A. niger</i> , <i>A. japonicas</i> , <i>A. flavus</i> dan <i>A. parasiticus</i>
7.	Kedelai di Pulau Lombok (Sudantha, 2009)	<i>T. harzianum</i> , <i>T. koningii</i> , <i>T. hamatum</i> , <i>T. viride</i> , <i>A. niger</i> , <i>A. flavus</i>
8.	Jagung di Lombok Barat (Sudantha, 2010)	<i>T. viride</i> , <i>T. pseudokoningii</i> , <i>A. terreus</i>
9.	Tembakau di Pulau Lombok (Sudantha, 2011)	<i>T. pseudokoningii</i> , <i>T. viride</i> , <i>A. alutaceus</i> dan <i>A. flavus</i>

Penelitian tentang jamur saprofit antagonis untuk pengendalian patogen tular tanah yang menyerang berbagai tanaman di Indonesia telah banyak dilakukan, namun penggunaannya di lapangan masih terbatas dalam skala percobaan. Abadi (1987) melaporkan bahwa *T. harzianum*, *T. viride* dan *P. citrinum* merupakan jamur yang bersifat antagonistik terhadap *G. boninense* pada kelapa sawit. Arifin, Dahlan dan Dahlan (1989) juga melaporkan bahwa jamur *Trichoderma* spp. merupakan jamur antagonis yang berpotensi mengendalikan jamur *G. pseudoferrum* pada tanaman teh. Sastrahidayat (1991) mengatakan bahwa jamur *Haplosporella* sp dan *Trichoderma* sp. mempunyai tingkat antagonistik yang tinggi terhadap jamur *F. oxysporum* f. sp. *vanillae* pada tanaman vanili.

Di NTB biodiversitas jamur saprofit antagonis ditemukan di rhizosfer berbagai tanaman. Sudantha (2007) melaporkan bahwa 10 jenis jamur *Trichoderma* spp. yang berasal dari rhizosfer tanaman vanili efektif mengendalikan penyakit busuk batang vanili, demikian pula 5 jenis jamur *Trichoderma* spp. yang berasal dari rhizosfer tanaman pisang efektif mengendalikan jamur *F. oxysporum* f. sp. *cubense* penyebab layu pada tanaman pisang (Sudantha *et al.*, 2008), sementara itu 4 jenis jamur *Trichoderma* spp. yang diisolasi dari rhizosfer tanaman kedelai efektif mengendalikan penyakit rebah semai yang disebabkan oleh jamur *S. rolfii* pada tanaman kedelai (Sudantha, 2009).

Jamur *Trichoderma* spp. selain dapat meningkatkan kesehatan dan ketahanan terinduksi terhadap penyakit busuk batang ternyata juga dapat memacu pemanjangan tunas daun/sulur dan pembentukan tunas bunga. Terdapat 4 isolat jamur *Trichoderma* spp. yang dapat merangsang pembentukan tunas bunga lebih awal pada fase pembibitan, sedang 8

isolat lainnya hanya merangsang pembentukan tunas daun/sulur setelah 30 hari diperlakukan dengan ke empat isolat tersebut. Keempat isolat jamur tersebut yaitu *T. harzianum* isolat SAPRO-03 dan SAPRO-07 (Gambar 3 dan 4) serta jamur *T. hamatum* isolat SAPRO-09 dan SAPRO-11.



Biofungisida diartikan sebagai fungisida yang bahan dasarnya berasal dari mikrobial atau mikroorganisme yang dapat digunakan untuk pengendalian jamur parasit. Teknologi fermentasi dapat digunakan untuk pembuatan biofungisida yang manfaatnya untuk meningkatkan keanekaragaman biologi tanah, meningkatkan kualitas air, mengurangi kontaminasi tanah dan merangsang penyehatan dan pertumbuhan tanaman yang semua itu berarti meningkatkan hasil.

Dari percobaan-percobaan yang telah dilakukan maka dapat dikatakan bahwa jamur endofit *T. koningii* isolat ENDO-02 dan *T.*

polysporum isolat ENDO-04 serta jamur saprofit *T. harzianum* isolat SAPRO-03 dan SAPRO-07 serta jamur *T. hamatum* isolat SAPRO-09 dan SAPRO-11 berpeluang dikembangkan sebagai biofungisida, dekomposer dan bioaktivator untuk memacu pertumbuhan dan pembungaan tanaman. Sudantha (2008) melaporkan bahwa jamur endofit dan saprofit *Trichoderma* spp. tersebut dapat dibiakan secara massal pada medium cair, substrat padat dan tablet dengan bahan dasar dari menir jagung, dedak, seresah daun lamtoro dan daun kopi (Gambar 5).



Kedepan dalam upaya untuk mendapatkan produk pertanian bermutu tinggi dan aman dikonsumsi maka perlu dipertimbangkan menggunakan *biorational fungicide* atau formulasi fungisida yang berasal dari mikrobial untuk pengendalian patogen tular tanah, karena

fungisida tersebut mempunyai spektrum sempit dan aman terhadap lingkungan. Di Indonesia *biorational fungicide* yang sudah dikomersialkan antara lain Biotri P (bahan aktif jamur *T. koningii*) digunakan untuk pengendalian jamur akar putih *Rigidoporus lignosus* pada tanaman karet. Ganidium P (bahan aktif jamur *Gliocladium* spp.) digunakan untuk pengendalian penyakit busuk akar *Sclerotium rolfsii* pada tanaman cabai.

Di luar negeri penelitian intensif telah dilakukan terhadap *biorational fungicide* yang digunakan untuk pengendalian berbagai patogen tular tanah yang sangat merugikan banyak tanaman, bahkan beberapa jamur antagonis telah dikemas sedemikian rupa untuk tujuan komersial. Sebagai contoh Binab T (bahan aktif jamur *T. harzianum* (ATCC 20476) dan *T. polysporum* (ATCC 20475) digunakan untuk pengendalian penyakit busuk kulit pohon, daun perak pada apel, hawar pada *chestnut*, busuk akar pada pohon kayu. Promote (bahan aktif *T. harzianum* dan *T. viride*) digunakan untuk pengendalian jamur *Phytium* spp., *Rhizoctonia* dan *Fusarium*. Soil Gard (bahan aktif *Gliocladium virens* GL21) digunakan untuk pengendalian jamur *Phytium* spp., *R. solani* dan *S. rolfsii* (Khetan, 2001).

Aktivitas jamur saprofit dalam tanah dapat meningkat dengan penambahan bahan organik ke dalam tanah (Sastrahidayat, 1990). Menurut Cook (1984), penambahan bahan organik tanah selain merangsang aktivitas jamur antagonis juga dapat menekan pertumbuhan jamur tular tanah melalui kerusakan propagul dan lisis buluh kecambah. Wangiyana dan Sudantha (1995) mengatakan bahwa bahan organik yang berasal dari serasah daun cengkeh dan kopi dapat merangsang aktivitas

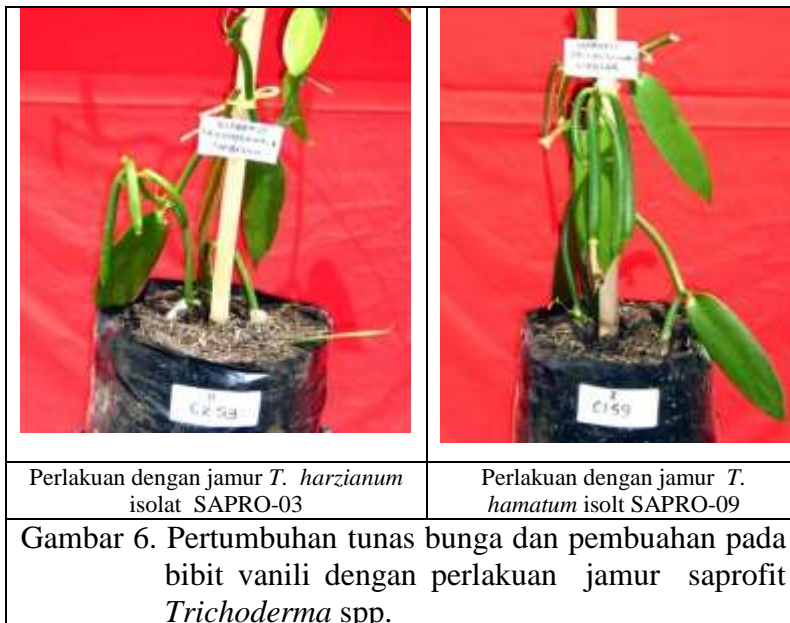
jamur *T. harzianum* dan sekaligus dapat menekan pertumbuhan jamur *F. oxysporum* f. sp. *vanillae* pada bibit vanili.

Peran Jamur Endofit dan Saprofit *Trichoderma* spp. sebagai Bioaktivator

Jamur endofit selain dapat bersifat antagonis terhadap jamur patogen tanaman ternyata dapat juga berperan sebagai pemacu pertumbuhan vegetatif tanaman. Jamur *T. polysporum* (isolat ENDO-04) yang diperlakukan pada bibit vanili dapat masuk ke dalam jaringan tanaman vanili dan di dalam jaringan jamur endofit tersebut diduga menghasilkan hormon yaitu etilen yang dapat memacu pembelahan sel pada batang dan daun. Jamur endofit *Trichoderma* sp. ENDO-02 batang Timbenuh (*T. koningii*), *Trichoderma* sp. ENDO-04 batang Jurang Malang (*T. polysporum*) dan *Trichoderma* sp. ENDO-06 batang Celelos (*T. viride*) menyebabkan tunas daun/sulur pada bibit vanili lebih panjang dibandingkan dengan control atau tanpa perlakuan jamur endofit. Menurut Salisbury dan Ross (1995), respon tanaman terhadap hormon sangat tergantung pada jenis tanaman, bagian tanaman, fase perkembangan tanaman, konsentrasi hormon, interaksi antar hormon, dan faktor lingkungan.

Jamur saprofit selain bersifat antagonis terhadap jamur patogen tanaman ternyata dapat juga berperan sebagai pemacu pembungaan tanaman. Jamur *Trichoderma* sp. SAPRO-03 vanili Timbenuh (*T. harzianum*) yang diinfestasi ke medium tanah membentuk tunas bunga pada umur 45 hari setelah pemberian antagonis, sedang tiga isolat lainnya membentuk tunas bunga pada umur 30 hari setelah pemberian antagonis, yaitu *Trichoderma* sp. SAPRO-07 vanili Jurang Malang (*T.*

harzianum) yang diberikan dengan cara perendaman stek vanili, *Trichoderma* sp. SAPRO-09 vanili Lingsar (*T. hamatum*) dengan cara perendaman stek vanili dan infestasi ke medium tanah, dan *Trichoderma* sp. SAPRO-11 vanili Selebung (*T. hamatum*) dengan cara infestasi ke medium tanah (Gambar 6).



Jamur saprofit *T. harzianum* isolat SAPRO-03 dan SAPRO-07 serta jamur *T. hamatum* isolat SAPRO-09 dan SAPRO-11 diduga mengeluarkan substansi kimia atau hormon yang didifusikan ke dalam jaringan tanaman vanili yang dapat memacu pembungaan. Hasil penelitian yang sama pernah dilaporkan oleh Windham *et al.* (1986) bahwa jamur *T. harzianum* dapat meningkatkan perkecambahan benih dan pertumbuhan tanaman. Tronsmo dan Dennis (1977 dalam Cook dan Baker, 1983) melaporkan bahwa penyemprotan konidia jamur *T. viride* dan *T. polysporum* untuk melindungi tanaman strawberi dari penyakit

busuk ternyata dapat memacu pembungaan lebih awal. Menurut Salisbury dan Ross (1995), beberapa jenis jamur yang hidup di tanah dapat menghasilkan etilen. Diduga etilen yang dilepaskan oleh jamur tersebut membantu mendorong perkecambahan biji, mengendalikan pertumbuhan kecambah, memperlambat serangan organisme patogen tular tanah, dan memacu pembentukan bunga.

Bioaktivator merupakan inokulan unggul sebagai pemacu pertumbuhan dan pembungaan. Jamur *T. koningii* isolat ENDO-02 dan *T. harzianum* isolat SAPRO-07 yang dibiakan pada berbagai substrat dapat diformulasi dalam bentuk cair, tablet dan granula/butiran (Sudantha, 2010). Bioaktivator ini dapat diaplikasikan melalui benih, bibit, stek, tanaman dan bahan kompos.

Aplikasi bioaktivaor yang mengandung jamur saprofit *Trichoderma* sp. SAPRO-07 pada tanaman vanili efektif mengendalikan jamur *F. oxysporum* f. sp. *vanilla* dan dapat meningkatkan ketahanan induksi penyakit busuk batang. Selain itu isolat jamur ini dapat merangsang pembentukan tunas bunga lebih awal pada fase vegetatif tanaman vanili klon Timbenuh NTB (Sudantha, 2007), dapat pula memacu pertumbuhan vegetatif dan pembungaan pada tanaman kedelai (Sudantha, 2009).

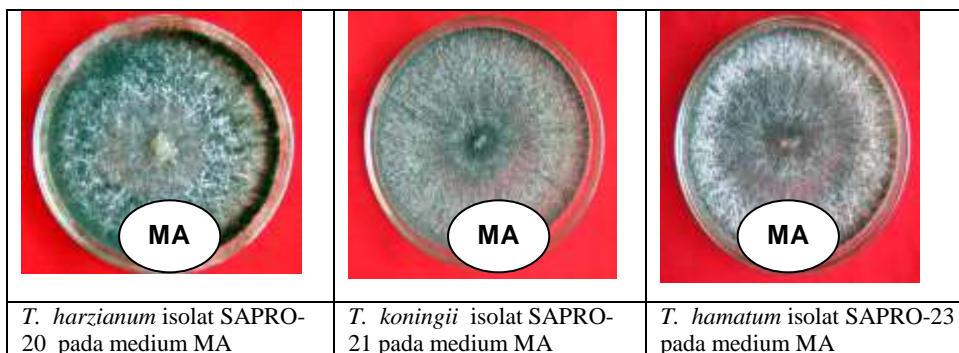
Peran Jamur Endofit dan Saprofit *Trichoderma* spp. sebagai Biodekomposer

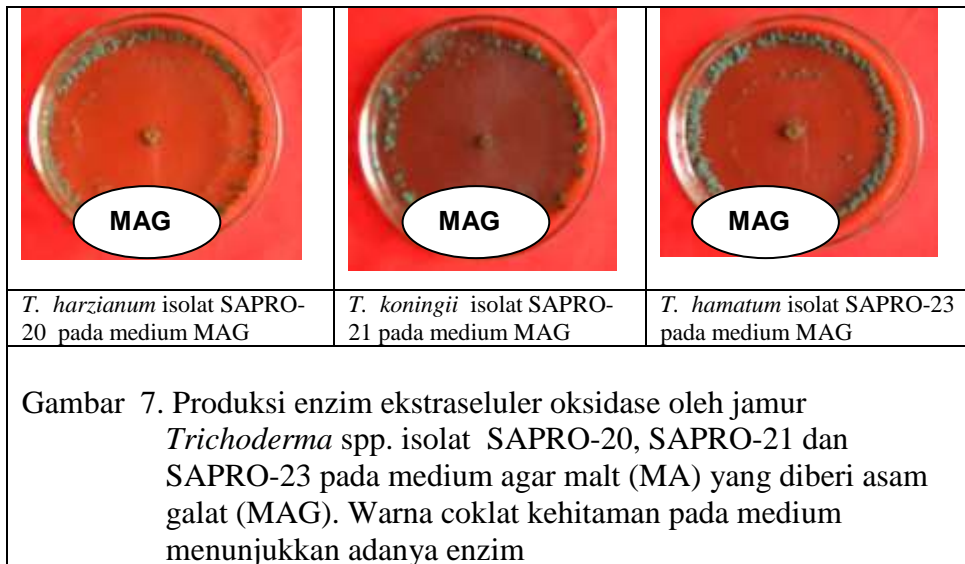
Jamur *Trichoderma* spp. selain bersifat antagonis terhadap jamur patogenik juga dapat bertindak sebagai pengurai limbah organik. Sudantha (2007) dan Sudantha *et al.* (2008) melaporkan bahwa semua isolat jamur saprofit *Trichoderma* spp. yang diisolasi dari rhizosfer

tanaman vanili dan pisang dapat berperan aktif sebagai pengurai seresah daun kopi, lamtoro, kemiri, gamal, kakao, dadap dan banten. Inokulasi jamur saprofit *Trichoderma* spp. dapat menurunkan C/N rasio pada semua seresah daun. Namun penurunan C/N rasio yang tertinggi diperlihatkan pada seresah daun kopi, seresah daun banten dan seresah daun lamtoro. Hal ini sejalan dengan penelitian Widiyastuti *et al.* (1999) bahwa jamur *Trichoderma* spp. (*T. viride*, *T. resei* dan *T. koningii*) dapat menurunkan C/N rasio seresah daun *Acacia mangium*. Penurunan ini karena imobilisasi N yang menyebabkan naiknya jumlah kandungan unsur N yang akhirnya menurunkan nilai C/N rasio.

Harman dan Taylor (1988) mengatakan bahwa kemampuan jamur *Trichoderma* spp. sebagai agen pengurai seresah disebabkan karena kemampuannya untuk menghasilkan enzim chitinolitik dan selulase yang dapat menguraikan selulosa, hemi selulosa dan lignin yang tinggi menjadi senyawa yang lebih sederhana. Sedangkan menurut Trautmann dan Olynciw (1996) selulosa yang ada pada bahan organik dapat dipisahkan oleh enzim selulase yang telah dihasilkan oleh jamur *T. harzianum* menjadi ligni-selulose, kemudian merombaknya menjadi senyawa yang lebih sederhana yang mampu larut dalam air, sehingga segera dapat dimanfaatkan langsung oleh tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan. Lebih lanjut Chet dan Baker (1981 dalam Cook dan Baker, 1983) mengungkapkan bahwa Jamur *T. hamatum* juga menghasilkan enzim selulase. Menurut Kuter *et al.* (1983 dalam Hoitink, Madden dan Boehm, 1996), jamur *T. harzianum* dan *T. hamatum* merupakan hiperparasit pradominan dalam kompos dapat sebagai pengendali biologis penyakit rebah kecambah.

Aktifitas enzim oleh jamur *Trichoderma* spp. dapat dijelaskan melalui percobaan berikut ini, yaitu jamur *Trichoderma* spp. isolat SAPRO-20, SAPRO-21 dan SAPRO-23 mengeluarkan enzim ekstraseluler oksidase pada medium MA yang mengandung 5 mg asam galat per liter air medium (MAG). Hal ini ditunjukkan dengan perubahan warna medium dari warna asal coklat muda bening menjadi coklat tua gelap di sekitar tempat tumbuh jamur tersebut (Gambar 7). Jamur *Trichoderma* spp. isolat SAPRO-20, SAPRO-21 dan SAPRO-23 dapat tumbuh dengan baik pada medium MA, namun pertumbuhannya menjadi terhambat pada medium MAG. Hal ini diduga dengan adanya asam galat yang merupakan hidroksifenol bersifat racun terhadap jamur *Trichoderma* spp., tetapi karena jamur ini mengeluarkan enzim ekstraseluler, maka jamur *Trichoderma* spp. masih dapat tumbuh meskipun pertumbuhannya sangat terhambat. Davidson, Campbell dan Blaisdell (1938, dalam Abadi, 1987), mengemukakan bahwa uji ekstraseluler oksidase menggunakan asam medium MA yang mengandung asam galat menyebabkan terjadinya perubahan medium MA menjadi coklat gelap di sekitar tempat tumbuhnya jamur apabila jamur tersebut mengeluarkan enzim ekstraseluler oksidase. Warna coklat merupakan hasil oksidasi dari asam galat.





Teknologi pengolahan bahan organik dengan cara fermentasi (peragian) pertama kali dikembangkan di Okinawa Jepang oleh Profesor Dr. Teruo Higa pada tahun 1980. Teknologi ini dikenal dengan teknologi EM (*Effective Microorganisms*). Sebelum tahun 1980, penelitian dan penerapan proses fermentasi masih terbatas pada proses fermentasi untuk pembuatan bahan makanan, termasuk pakan ternak, dan belum banyak dilakukan untuk pengolahan limbah organik serta penyuburan tanah. Di Indonesia proses fermentasi sudah dikenal melalui proses peragian kedelai dalam pembuatan tempe, tauco, kecap; fermentasi singkong menjadi tape; fermentasi susu menjadi keju, yogurt; serta masih banyak lagi produk fermentasi hasil kerja mikroorganisme fermentasi yang sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia.

Fermentasi bahan organik merupakan proses penguraian atau perombakan bahan organik yang dilakukan dalam kondisi tertentu oleh mikroorganisme fermentatif. Kondisi lingkungan yang mendukung proses fermentasi antara lain adalah (1) derajat keasaman atau pH

rendah, antara 3-4; (2) kadar garam dan kandungan gula yang tinggi; (3) kadar air sedang antara 30-50%, (4) kandungan antioksidan dari tanaman rempah dan obat, serta (5) adanya mikroorganisme fermentasi.

Mikroorganisme fermentasi dapat berupa bakteri (*Lactobacillus*), jamur (*Aspergillus*, *Penicillium* dan *Trichoderma*) dan aktinomycetes yang dapat menguraikan bahan organik secara cepat untuk menghasilkan alkohol, ester, dan zat-zat anti mikroba. Pertumbuhan mikroorganisme ini berfungsi dalam menghilangkan bau dan mencegah serbuan serangga serta ulat-ulat yang merugikan dengan cara menghilangkan penyediaan makanannya.

Biokompos adalah kompos yang diproduksi dengan bantuan mikroba lignoselulolitik yang tetap bertahan di dalam kompos dan berperan sebagai agensia hayati pengendali penyakit tanaman dan agensia pengurai bahan organik (Sudantha, 2010). Biokompos merupakan perpaduan teknologi inokulasi mikroorganisme yang bermanfaat dan efektif dengan konsep pengelolaan lingkungan melalui pengkayaan nutrient (dikenal sebagai *Technology of Inoculant and Enrichment Concepts*). Penerapan Biokompos pada tanah dan tanaman akan meningkatkan keragaman mikroorganisme alami dan siklus daur ulang hara tanah, sehingga kesuburan dan produktifitas tanah dan tanaman meningkat.

Di dalam Biokompos terkandung mikroorganisme *indigenous* (asli/pribumi), dikembangkan secara alamiah tidak melalui proses rekayasa genetik dan memiliki kemampuan menguraikan senyawa organik kompleks menjadi sederhana melalui proses reaksi biokimia serta mempunyai tingkat adaptasi lingkungan yang tinggi (karena berasal dari lingkungan alaminya/*indigenous*).

Proses pengomposan dapat dipercepat dengan menggunakan mikroba penghancur (dekomposer) yang berkemampuan tinggi. Penggunaan mikroba dapat mempersingkat proses dekomposisi dari beberapa bulan menjadi beberapa minggu saja. Di pasaran saat ini banyak tersedia produk-produk biodekomposer untuk mempercepat proses pengomposan, misalnya: SuperDec, OrgaDec, EM4, EM Lestari, Starbio, Degra Simba, dan Stardec (Sudantha, 2010).

Ada beberapa jamur fermentasi yang dapat digunakan untuk membuat kompos secara cepat, yaitu menggunakan jamur saprofit *T. harzainum* isolat SAPRO-07 dan jamur endofit *T. koningii* isolat ENDO-02 sebagai dekomposer (Sudantha, 2010).

Pembuatan biokompos sebagai berikut: jerami padi dan seresah daun tanaman dipotong-potong terlebih dahulu menjadi bagian yang lebih kecil, kemudian dikeringkan. Bahan-bahan dikomposkan dengan cara mencampur dengan suplemen berupa kotoran kuda dan dedak padi, kemudian disiramkan dengan larutan jamur *T. koningii* isolat ENDO-02 dan *T. harzianum* isolat SAPRO-07 secara merata sambil bahan kompos diaduk, sampai kandungan air mencapai 30 - 40 %. Selanjutnya dibungkus rapat-rapat dan dibiarkan selama 2 minggu dengan pembalikan setelah satu minggu.

Biokompos hasil fermentasi jamur *Trichoderma* spp. dapat berfungsi untuk: (1) sumber unsur hara bagi tanaman dan sumber energi bagi organisme tanah, (2) memperbaiki sifat-sifat tanah, memperbesar daya ikat tanah berpasir, memperbaiki struktur tanah berlempung sehingga lebih ringan, mempertinggi kemampuan tanah mengikat air, memperbaiki drainase dan tata udara pada tanah berat sehingga suhu tanah lebih stabil, (3) membantu tanaman tumbuh dan berkembang lebih

baik, (4) substrat untuk meningkatkan aktivitas mikrobia antagonis, (5) untuk mencegah patogen tular tanah (Sudantha, 2010).

Sudantha (2009) melaporkan bahwa penggunaan biokompos hasil fermentasi dari jamur saprofit *T. harzainum* isolat SAPRO-07 dan jamur endofit *T. koningii* isolat ENDO-02 menyebabkan pertumbuhan bibit vanili menjadi lebih baik dan tidak terinfeksi penyakit busuk batang yang disebabkan oleh jamur *F. oxysporum* f. sp. *vanillae*. Sudantha (2010a) melaporkan bahwa penggunaan biokompos hasil fermentasi jamur saprofit *T. harzainum* isolat SAPRO-07 dan jamur endofit *T. koningii* isolat ENDO-02 pada tanaman pisang dapat meningkatkan ketahanan terterinduksi terhadap penyakit layu Fusarium dan memacu pertumbuhan vegetatif.

Penggunaan biokompos hasil fermentasi dari jamur saprofit *T. harzainum* isolat SAPRO-07 dan jamur endofit *T. koningii* isolat ENDO-02 pada tanaman vanili pada kondisi lapang menyebabkan pertumbuhan tanaman vanili dan tanaman kedelai menjadi lebih cepat dan tidak terinfeksi penyakit layu Fusarium (Sudantha, 2010a). Demikian pula aplikasi biokompos ini pada tanaman kedelai di lahan kering Desa Akar-Akar Kecamatan Bayan Lombok Utara menyebabkan pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai menjadi meningkat (Sudantha, 2009).

Peran Jamur Endofit dan Saprofit *Trichoderma* spp. dalam Biochar

Biochar adalah arang hitam hasil proses pemanasan biomassa organik pada keadaan oksigen terbatas, digunakan sebagai salah satu alternatif bahan pembenah tanah khususnya untuk tanah pasiran dan

tanah terdegradasi atau tanah dengan tingkat kesuburan rendah. Pembentukan *biochar* atau arang hayati dengan potensi jutaan ton setiap tahunnya secara ilmiah mampu menyuburkan lahan sekaligus bermanfaat menyerap karbon. Namun, potensi ini masih terabaikan padahal bahan baku melimpah, seperti sekam serta jerami padi, tempurung kelapa, limbah biji sawit, dan limbah industri kayu (Tunggal, 2009).

Bahan baku pembuatan biochar umumnya adalah residu biomasa pertanian atau kehutanan, termasuk potongan kayu, tempurung kelapa, tandan kelapa sawit, tongkol jagung, sekam padi atau kulit buah kacang-kacangan, kulit-kulit kayu, sisa-sisa usaha perkayuan, serta bahan organik daur ulang lainnya.

Pada kondisi produksi terkontrol, karbon biomasa diikat dalam biochar dengan hasil samping berupa bioenergi dan bio-product lainnya. Biochar dapat dihasilkan dari sistem pirolisis atau gasifikasi. Kedua sistem produksi tersebut dapat dijalankan melalui unit-unit yang mobil atau menetap. Sistem pirolisis dan gasifikasi skala kecil yang dapat digunakan di lapang atau industri kecil mempunyai kapasitas 50 - 1.000 kg/hari.

Di bidang pertanian, biochar digunakan sebagai bahan *ameliorant* tanah bukan sebagai pupuk. Biochar mirip dengan arang dilihat dari bentuk dan warnanya yang hitam. Biochar mengandung karbon (C) yang tinggi yaitu lebih dari 50 %. Biochar tidak mengalami pelapukan lanjut sehingga apabila diaplikasikan di dalam tanah, dapat dalam jangka waktu yang lama. Biochar juga dapat digunakan dalam hal mengelola limbah misalnya sampah kota. Sampah kota tersebut dapat digunakan sebagai bahan baku pembuat biochar walaupun tidak sebgus dengan

biochar yang terbuat dari kayu terutama kayu dengan kadar lignin yang tinggi karena mengandung karbon yang tinggi dimana sampah kota masih ada kontaminasi logam-logam berat yang membahayakan tanaman maupun bagi manusia. Suwardji (2011) melaporkan bahwa penggunaan biochar dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air dan pertumbuhan tanaman jagung di lahan pasiran Desa Akar-Akar Kabupaten Lombok Utara. Wiryono (2012) melaporkan bahwa pemberian biochar dapat meningkatkan kandungan hara tanah Inceptisol dan dapat memperbaiki sifat kimia tanah berupa C organik tanah, N total, rasio C/N tanah, pH tanah dan KTK. Pemberian biochar yang disertai dengan biokompos hasil fermentasi mikrobia dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil jagung di lahan kering.

Dari aplikasi pestisida pada suatu tanaman di lahan pertanian, kurang lebih 60% pestisida akan jatuh ke tanah dan dari pestisida tersebut kemudian menjadi permasalahan besar bagi kualitas lingkungan, karena akan terbawa aliran air dan akhirnya masuk ke sungai hingga berpotensi membahayakan hewan ternak bahkan manusia. Agar residu pestisida di dalam tanah tersebut tidak terbawa aliran air maka residu itu perlu ditahan dengan suatu bahan yang dapat menyerap (imobilisasi), yakni arang aktif yang memiliki kemampuan menyerap polutan. Rongga arang aktif sangat disukai oleh mikroba misalnya bakteri tanah pendegradasi dan bakteri pengikat nitrogen atau jamur *Trichoderma* spp. sebagai *host*, sehingga populasi mikroba tersebut menjadi meningkat karena di dalam rongga arang aktif terdapat nutrient C dan N yang berasal dari residu pestisida.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, A. L. 1987. Biologi *Ganoderma boninense* Pat. Pada Kelapa Sawit (*Elaes guineensis* Jacq) dan Pengaruh Beberapa Mikroba Tanah Antagonistik Terhadap Pertumbuhannya. Fakultas Pasca Sarjana IPB. Disertasi (tidak dipublikasikan). 147 hal.
- Abadi, A. L. 2003. Ilmu Penyakit Tumbuhan I Edisi Pertama. Bayumedia Publishing dan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang Jawa Timur – Indonesia. 137 hal.
- Abadi, A. L. dan I. M. Sudantha. 2007. Pengembangan dan Aplikasi Jamur Endofit *Trichoderma* sp. Untuk Meningkatkan Ketahanan Terinduksi Tanaman Vanili terhadap Penyakit Busuk Batang Fusarium. Laporan Penelitian Hibah Bersaing DP2M DIKTI. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. 93 hal.
- Abd-El Moity, H. and M. N. Shatla. 1981. Biological Control of White Rot Disease of Onion (*Sclerotium cepivorum*) by *Trichoderma harzianum*. *Phytopathologische Zeitschrift* 100: 29 - 35.
- Arnold, A. E. 2000. Fungal Endophytes of Tropical Trees: Methods and Potential for Biological Control of Fungal Pathogen of Cocoa. Department of Ecology and Evolutionary Biology, University of Arizona, Tucson USA. <http://www.cabi-comodities.org/Acc/ACCrc/PDFFiles>, (18 Maret 2005).
- Arnold, A. E., L. C. Mejia, D. Kyllö, E. I. Rojash, Z. Maynard, N. Robbins and E. A. Herre. 2003. Fungal Endophytes Limit Pathogen Damage In a Tropical Tree. *PNAS* vol. 100 No. 26: 15649 – 15654. Published online:
- Barnett, H. L. And B. B. Hunter. 1998. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Fourth Edition. APS Press, The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota. 218 p.
- Basuki. 1985. Peranan belerang sebagai pemacu pengendalian biologi penyakit akar putih pada karet. Disertasi Doktor. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. 169 hal.

- BPTPH NTB. 1991. Laporan Perkembangan Penyakit Bercak Ungu Pada Tanaman Bawang Merah di NTB. Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura NTB.
- BPTPH NTB. 1995. Epidemi Penyakit Busuk Yang Disebabkan oleh Jamur *Fusarium oxysporum* f. sp. *musae* pada Tanaman pisang di NTB. Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura NTB.
- Budi, I. S. Mariana and Rachmadi. 2005. Exploration of Tidal Swamp Rice Endophytic Fungi from South Kalimantan and Biological Control of *Rhizoctonia solani*. In Program and Abstract The 1st International Conference of Crop Security, Brawijaya University, Malang, September 20th – 22nd, 2005. 264 p.
- Cook, R. J. and K. F. Baker. 1983. The Nature and Practice of Biological Control of Plant Pathogens. The American Phytopathological Society, St. Paul MN. 539 p.
- Davis, E. C., J. B. Franklin, A. J. Shaw and R. Vilgalys. 2003. Endophytic Xylaria (Xylariaceae) Among Liverworts and Angiospermae: Phylogenetics, Distribution, and Symbiosis. *American Journal of Botany* 9 (11): 1661 – 1667.
- Elfina, Y., Mardinus, T. Habazar dan A. Bachtiar. 2001. Studi Kemampuan Isolat-isolat Jamur *Trichoderma* spp. yang Beredar di Sumatera Barat untuk Pengendalian Jamur Patogen *Sclerotium rolfsii* pada Bibit Cabai. Dalam Purwantara, A. et al. (Penyunting), Prosiding Kongres Nasional XVI dan Seminar Ilmiah PFI, di Bogor. 167 - 173.
- Hadar, Y.; I Chet and Y. Henis. 1979. Biological Control of *Rhizoctonia solani* Damping-Off with Wheat Bran Culture of *Trichoderma harzianum*. *Phytopathology* 69 ; 64 - 69.
- Harman, G. E. and A. Taylor, 1988. Improved seedling performance by intergration of biological control agents at favourable pH levels with solid matrix priming. *Phytopathology* 78: 520 – 525.
- Hoitink, H. A. J., L. V. Madden and M. J. Boehm. 1996. Relationships Among Organic Matter Decomposition Level, Microbial Species Diversity, and Soilborne Disease Severity. In Hal. R (Ed.) Principles and Practice of Managing Soilborne Plant Pathogens. APS Press, The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota. 330 p.

- Irawati, A. F. C. 2005. Characterization and Hypovirulent Test of *Rhizoctonia* sp. from Healthy Vanilla Roots. Paper Presented on The 1st International Conference of Crop Security 2005, Brawijaya University, Malang, September 20th – 22nd, 2005. 17 p.
- Kethan, S. K. 2001. Microbial Pest Control. Marcel Dekker, Inc. New York. 300 p.
- Latch, G. C. M. 2002. Diseases. AgResearch Limited. Palmerston North, New Zealand. http://forages.oregostate.edu/is/tfis/chapter20/TFIS_Chapter_20.pdf, (18 Maret 2005). 6 p.
- Lumyong, S., P. Lumyong and K. D. Hyde, 2004. Endophytes. In Jones, E. B. G., M. Tantichareon and K. D. Hyde (Ed.), Thai Fungal Diversity. Published by BIOTEC Thailand and Biodiversity Research and Training Program (BRTI/TRF. Biotec). 197 – 212.
- Manoch, L. 2004. Soil Fungi. In Jones, E. B. G., M. Tantichareon and K. D. Hyde (Ed.), Thai Fungal Diversity. Published by BIOTEC Thailand and Biodiversity Research and Training Program (BRTI/TRF. Biotec). 141 – 154.
- Nurawan, A., M. Tombe dan K. Matsumoto. 1995. Penelitian Daya Antagonisme Isolat Bakteri yang Diisolasi Dari Rhizosfera Berbagai Jenis Tanaman Terhadap Patogen Busuk Batang Vanili. Dalam Parman *et al.* (Penyunting), Peran Fitopatologi dalam Pembangunan Pertanian Berkelanjutan di Kawasan Timur Indonesia. Risalah Kongres Nasional XIII dan Seminar Ilmiah Perhimpunan Fitopatologi Indonesia di Mataram. 356 – 359.
- Papavizas, G. C. 1985. *Trichoderma* and *Gliocladium*: Biology, Ecology and Potential for Biocontrol. Ann. Rev. Phytopathology 23: 23 - 54.
- Petrini, O. 1991. Fungal Endophytes of Tree Leaves. In Andrews, J. H. and S. S. Hirano (Ed), Microbial Ecology of Leaves. Springer-Verlag, Berlin. 179 – 197.
- Petrini, O. 1993. Endophyt of *Pteridium* spp.: Some Considerations for Biological Control. *Sydowia* 45: 330 – 338.

- Reintjes C., B. Haverkort dan A. water-Bayer. 1999. Pertanian masa Depan. Pengantar untuk Pertanian Berkelanjutan dengan Input Luar Rendah. Terjemahan dari : An Introduction to Low-External Input and Sustainable Agriculture 1992 Oleh Y.Sukoco, S.S. Kanisius. Yogyakarta. 270 p.
- Rifai, M. A. 1969. A revision of the marga *Trichoderma*. Commonwealth Mycological Institute, Mycol. Papers 116: 1 - 56.
- Salisbury, F. B. Dan C. W. Ross, 1995. Fisiologi Tumbuhan Jilid 3. Perkembangan tumbuhan dan fisiologi Tumbuhan (Terjemahan D. R. Lukman dan Sumaryono). Penerbit ITB Bandung.
- Sastrahidayat, I. R. 1991. Penggunaan Energi Sinar Matahari dan Mikroorganisme Untuk Menanggulangi Serangan *Fusarium batatis* var. *vanillae* Penyebab Penyakit Busuk Batang pada Tanaman Vanili di Pesemaian. Dalam Sarbini, G. et al. (Penyunting), Prosiding Kongres Nasional XI dan Seminar Ilmiah PFI di Ujung Pandang. 201 – 206.
- Sudantha, I. M. 1994. Potensi beberapa jamur antagonistik sebagai biofungisida untuk pengendalian penyakit layu Sclerotium pada tanaman kedelai. Laporan Penelitian Didanai Proyek ARMP Deptan. Fakultas Pertanian UNRAM, Mataram, 35 hal.
- Sudantha, I. M. 1997. Pemanfaatan Jamur *Trichoderma harzianum* Sebagai Biofungisida Untuk Pengendalian Patogen Tular Tanah Pada Tanaman Kedelai dan Tanaman Semusim Lainnya di NTB. Laporan Penelitian Hibah Bersaing. Fakultas Pertanian Universitas Mataram, Direktorat Pembinaan Penelitian dan pengabdian Pada Masyarakat Dirjen Dikti.
- Sudantha, I. M. 1998. Uji Multilokasi Penggunaan Biofungisida “BIOTRIC” (bahan aktif jamur *Trichoderma harzianum*) Untuk Pengendalian Jamur Tular Tanah Pada Tanaman Kedelai di lahan Sawah dan Lahan Kering Nusa Tenggara Barat. Jurnal Penelitian Universitas Mataram Edisi A (IPA) Vol. I (17): 70 - 80.

- Sudantha, I. M. 1999. Pemanfaatan Jamur *Trichoderma harzianum* Sebagai Biofungisida Untuk Pengendalian Patogen Tular Tanah Pada Tanaman Kedelai dan Tanaman Semusim Lainnya di NTB. Laporan Penelitian Hibah Bersaing. Fakultas Pertanian Universitas Mataram.
- Sudantha, I. M. Dan A. L. Abadi. 2006. Biodiversitas Jamur endofit Pada Vanili (*Vanilla planifolia* Andrews) dan Potensinya Untuk Meningkatkan Ketahanan Vanili Terhadap Penyakit Busuk Batang. Laporan Kemajuan Penelitian Fundamenatal DP3M DIKTI. Fakultas Pertanian Universitas Mataram, Mataram 107 hal.
- Sudantha, I. M. 2007. Karakterisasi dan Potensi Jamur Endofit dan Saprofit Antagonistik Sebagai Agens Pengendali Hayati Jamur *Fusarium oxysporum* f. sp. *vanillae* Pada Tanaman Vanili di Pulau Lombok NTB. Disertasi Program Pascasarjana Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang. 259 hal.
- Sudantha, I. M., I. G. M. Kusnarta, M. Rahayu dan I. N. Sudana. 2008. Karakterisasi dan Potensi Jamur Saprofit dan Endofit Antagonistik Untuk Meningkatkan Ketahanan Terinduksi Tanaman Pisang terhadap Penyakit Layu Fusarium di Nusa Tenggara Barat. Kerja Sama Kemitraan Penelitian Pertanian dengan Perguruan Tinggi (KKP3T) Badan Litbang Pertanian Departemen Pertanian Universitas Mataram. 106 hal.
- Sudantha, I. M., 2009. Karakterisasi Jamur Endofit dan Saprofit Antagonis pada Tanaman Kedelai di Pulau Lombok. Laporan Hasil Penelitian Fakultas Pertanian Universitas Mataram.
- Sukamto dan M. Tombe. 1995. Antagonisme *Trichoderma viride* terhadap *Fusarium oxysporum* f. sp. *vanillae* secara In-Vitro. Dalam Parman *et al.* (Penyunting), Peran Fitopatologi dalam Pembangunan Pertanian Berkelanjutan di Kawasan Timur Indonesia. Risalah Kongres Nasional XIII dan Seminar Ilmiah Perhimpunan Fitopatologi Indonesia di Mataram. 600 – 604.
- Sulistyowati, L., N. F. Deci and A. R. Gendall. 2005. Isolation and Sequencing of Chitinase and Glucanase Genes of Endophytic *Trichoderma asperellum* from Citrus Stem. In Program and Abstract The 1st International Conference of Crop Security 2005, Brawijaya University, Malang, September 20th – 22nd, 2005. 264 p.

- Suwarji, 2007. Survey Kondisi dan Pemanfaatan Sumur Pompa Air Tanah Dalam di Kabupaten Lombok Barat. Bappeda Kabupaten Lombok Barat.
- Trautman, N. and E. Olynciw, 1996. Compost microorganism. Cornell Composting. Science and Engineering. Cornell University. 16 hal.
- Tunggal, N., 2009. Biochar Suburkan Lahan dan Serap Karbon.
- Upadhyay, J. P. and A. N. Mukhopadhyaya. 1986. Biological Control of *Sclerotium rolfsii* by *Trichoderma harzianum* in Sugarbeet. *Tropic. Pest. Manag.* 32 (3): 215 - 220.
- Wangiyana, W. dan I. M. Sudantha. 1995. Pengendalian Terpadu Penyakit Busuk Batang Vanili di Pembibitan Menggunakan Jamur *Trichoderma harzianum* dan Residu Tanaman. *Dalam Parman et al.* (Penyunting), Peran Fitopatologi dalam Pembangunan Pertanian Berkelanjutandi Kawasan Timur Indonesia. Risalah Kongres Nasional XIII dan Seminar Ilmiah PFI di Mataram. 345 – 351.
- Widyastuti, S. M., Sumardi dan N. Hidayat. 1998. Kemampuan *Trichoderma* spp. untuk Pengendalian Hayati Jamur Akar Putih pada *Acacia mangium* secara In-vitro. *Buletin Kehutanan* No. 36. 24 – 38.
- Windham, M., Y. Elad and R. Baker. 1986. A Mechanism of Increased Plant Growth Induced by *Trichoderma* spp. *Phytopathology* 76: 518 - 521.
- Wiryo, B., 2012. Pemanfaatan Biochar dan Kompos dalam Meningkatkan Hasil Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) dan Perubahan Sifat Kimia Tanah Inceptisol Kabupaten Lombok Timur. Tesis Program Magister Pengelolaan Sumberdaya Lahan Kering Program Pascasarjana Universitas Mataram (Tidak Dipublikasikan). 83 hal.

Curriculum Vitae:

Lahir: di Kupang 16 Maret 1958 dari Ibu Ni Wayan Keprug (alm) dan Bapak I Ketut Keriya (alm), istri Peltu Kowad Ni Wayan Kasniasih, anak: 1. Aditya Prajatama , 2. Anggayuda Pramadya, 3. Indra Prayoga.

Pendidikan: SDN No. 1 Selong Lombok Timur (1971), SMPN No. 1 Selong Lombok Timur (1974), SPMAN Mataram (1977), Fakultas Pertanian Universitas Mataram (1984), Program Pascasarjana S2 Universitas Gadjah Mada Yogyakarta (1991), Program Pascasarjana S3 Universitas Brawijaya Malang (2007).

Pekerjaan: Dosen Fakultas Pertanian Unram (1986-sekarang), Sekretaris Program Studi Produksi Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Unram (1992-1996), Anggota Dewan Redaksi Jurnal Penelitian Lembaga Penelitian Unram (1996-2004), Koordinator Program Semi-Que Proyek Management Perguruan Tinggi Unram (2000), Direktur Unit Usaha Jasa dan Industri Pertanian Organik Unram (2001-2002), Ketua Dewan Redaksi Jurnal Agroteksos Fakultas Pertanian Unram (2007-sekarang), Dosen Program Studi Magister Pengelolaan Sumberdaya Lahan Kering Program Pascasarjana Unram (2007-sekarang), Anggota Tim Reviewer Penelitian Dosen Muda DP2M Dikti (2008), Anggota Tim Reviewer Hibah Penelitian Strategis Nasional Unram (2009), Anggota Senat Fakultas Pertanian Unram (2008-sekarang), Anggota Senat Unram (2008-sekarang). Ketua Program Studi Magister Pengelolaan Sumberdaya Lahan Kering Program Pascasarjana Unram (2010 – sekarang).

Penelitian:Penelitian Dosen Muda DP2M (1992-1999), Penelitian Hibah Bersaing DP2M (1992-sekarang), Penelitian Fundamental DP2M (2003-2008), Penelitian Kerjasama Kemitraan Penelitian Pertanian dengan Perguruan Tinggi Badan Litbangtan Deptan (2008), Penelitian Hibah Kompetensi DP2M (2008-2010), Penelitian Insentif Ristek Terapan Kementerian Riset dan Teknologi (2009-2011).